

## Entdeckendes Lernen

**Andreas Hartinger, Katrin Lohrmann**

### Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Hartinger, Andreas, and Katrin Lohrmann. 2019. "Entdeckendes Lernen." In *Handbuch Unterrichten in allgemeinbildenden Schulen*, edited by Ewald Kiel, Bardo Herzig, Uwe Maier, and Uwe Sandfuchs, 177–84. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

### Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



## 20 Entdeckendes Lernen

Andreas Hartinger und Katrin Lohrmann

### 1 Definition entdeckendes Lernen

Entdeckendes Lernen (*discovery learning*) bezeichnet wissensgenerierende Lehr-Lernformen, bei denen Schüler/innen „abstrahiertes Wissen durch (Denk-)Prozesse selbst konstruieren müssen“ (Neber & Neuhaus 2018, S. 119). Im Mittelpunkt stehen die kognitiv aktive Auseinandersetzung mit den Sachverhalten des Unterrichts (durch prozessbezogene Kompetenzen wie z.B. Vergleichen, Unterscheiden und Ordnen) sowie der Erwerb neuer kognitiver Strukturen (durch die eigenständige Konstruktion von abstrahiertem Wissen).

Aufgrund der Vielzahl möglicher Ausprägungen ist entdeckendes Lernen ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Lehr-Lernformen, in denen die eigenaktive Aneignung von Wissen durch entsprechende Lehr-Lern-Arrangements ermöglicht wird. Nach Neber und Neuhaus (2018) beinhaltet entdeckendes Lernen folgende definitorische Merkmale:

Entdeckendes Lernen ist *prozessorientiert*. Die Planung und Gestaltung von Unterricht ist davon geleitet, bei den Schüler/innen die Konstruktion von Wissen zu initiieren und zu unterstützen. Eng verbunden ist damit auch die Absicht, die Schüler/innen darin zu unterstützen, Möglichkeiten und Methoden des eigenständigen Erkenntnisgewinns in der jeweiligen Domäne kennen und anwenden zu lernen.

Entdeckendes Lernen geht von konkreten, *nicht-abstrahierten Lernmaterialien* aus – die Abstrahierung sollen die Schüler/innen in der Auseinandersetzung mit dem Material selbst leisten.

Entdeckendes Lernen ist *modellbasiert*, es lassen sich verschiedene Komponenten (Phasen und Funktionen) entdeckenden Lernens beschreiben (vgl. Abschnitt 3).

Verwendet wird der Begriff des entdeckenden Lernens dabei (1) für einen bestimmten Typus von *Lehrmethoden* (durch die Gestaltung entsprechender Lernumgebungen), (2) für bestimmte Formen von *Lernprozessen* (als eigenaktive Wissenskonstruktion) sowie (3) für eine bestimmte Gruppe von *Lernzielen* (u.a. der Aufbau von subjektiv bedeutsamem und anwendbarem Wissen oder die Fähigkeit zu selbstständigem und kreativem Denken und Handeln; zu dieser Systematik vgl. Wittrock 1966, S. 73). Entdeckendes Lernen als *Lehrmethode* sieht sich als Gegenbegriff zu einem darbietenden, wissensrezipierenden Unterricht, in dem der Unterrichtsgegenstand und/oder die (abstrakte) Erkenntnis in erster Linie von Lehrer/innen präsentiert werden, während Schüler/innen überwiegend passive Rezipient/innen des Unterrichts bleiben. Schwerpunkt dieses Beitrages ist der methodische Aspekt, wobei die Grenzen zum entdeckenden Lernen als aktiver Wissenskonstruktion der Schüler/innen sowie als Zielvorstellung fließend sind.

## 2 Potenzial entdeckenden Lernens

Die Forderung nach selbstständigen Entdeckungsprozessen in der Schule wurde bereits von verschiedenen Reformpädagogen/innen, wie z.B. John Dewey, Maria Montessori oder Hugo Gaudig zu Beginn des 20. Jahrhunderts erhoben, als Gegenentwurf zum damals stark wissensrezipierenden und lehrergelenkten Unterricht. Eine breite, durchaus kontrovers geführte Diskussion über entdeckendes Lernen als Lehrmethode entwickelte sich jedoch erst ab den 1960er Jahren (vgl. z.B. Ausubel, Novak & Hanesian 1981 vs. Bruner 1981/1961).

Es ist sicher kein Zufall, dass die Forderung nach entdeckenden Lehr-Lernformen in die Zeit der ‚kognitiven Wende‘ der Psychologie fällt. In kognitionstheoretisch ausgerichteten Modellen wird Lernen als Aktivität betrachtet, die durch die lernende Person selbst gesteuert wird. Damit geraten auch interne, nicht beobachtbare kognitive Prozesse, wie z.B. das ‚Entdecken‘, in den Blick pädagogischer Reflexion.

Ausgangspunkt entdeckenden Lernens waren die Überlegungen und Studien von Bruner (1981/1961, S. 17ff.), aufgrund derer er vier zu erwartende Effekte propagierte: Entdeckendes Lernen wirke positiv auf das Behalten des erworbenen Wissens (bzw. auf die Fähigkeit, das Wissen abrufen zu können), auf den Wissenstransfer, auf die allgemeine Lernkompetenz (z.B. Erlernen heuristischer Methoden) sowie auf die Lernmotivation (intrinsische Motivation).

Auch unter dem heute vorherrschenden Verständnis von Lernen als eigenständiger Wissenskonstruktion der lernenden Person behält der Entdeckungsbegriff seine Bedeutung: Die aktive Erarbeitung von Wissen durch den Umgang mit problemorientierten (und möglichst authentischen) Situationen – sowie, im günstigen Fall, deren Weiterentwicklung im sozialen Austausch durch Ko-Konstruktionen – ist eines der zentralen Merkmale konstruktivistischer Lernumgebungen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 634). Darüber hinaus belebt die aktuelle Fokussierung schulischen Lernens auf den Erwerb von Kompetenz und die Forderung nach beweglichem und anwendungsfähigem Wissen die didaktische Diskussion zum Stellenwert entdeckenden Lernens. Dabei werden die Wege des Erkenntnisgewinns betont, wodurch wiederum ein stärkerer Fokus darauf gelegt wird, dass Schüler/innen die Erkenntnismethoden kennenlernen und durchführen. Hintergrund sind zudem Ergebnisse aus Schulleistungsstudien, die zeigen, dass es vielen Schüler/innen nicht gelingt, ihr (vorhandenes) Wissen anzuwenden (vgl. zusammenfassend Stanat & Artelt 2009). Allerdings ist schulisches Lernen in seiner Sinnhaftigkeit nur legitimierbar, wenn man davon ausgeht, dass die Schüler/innen das im Unterricht erworbene Wissen auf neue Situationen übertragen können, sodass es ihnen auch bei der Bewältigung von Alltagssituationen dienlich ist.

Zusammengefasst wird mit entdeckenden Lehr-Lernformen v.a. die Erwartung verknüpft, bei den Schüler/innen transferierbares, anwendbares Wissen aufzubauen. Voraussetzung dafür ist, dass konkrete und abstrakte Wissensbestandteile im Lernprozess vielfältig aufeinander bezogen werden. Beim entdeckenden Lernen geschieht dies, indem Wissen zunächst bottom-up generiert wird: Den Ausgangspunkt des Lernprozesses bilden Konkretionen (z.B. Beispiele, Beobachtungssituationen, Phänomene, Erlebnisse, Messungen, Probleme), von denen ausgehend abstrakte Wissensbestandteile erarbeitet werden. In diesem Prozess werden Einzelheiten der jeweiligen Konkretion ‚abgestreift‘, sodass nach und nach relevantes Strukturwissen (Schemata, übergeordnete Begriffe, Modellvorstellungen, Gesetzmäßigkeiten) hervortritt. Diese abstrahierten Wissensanteile werden strukturiert, organisiert und mit dem bisherigen Wissen in Beziehung gesetzt. Die Qualität des Wissens liegt in der vertikalen Vernetzung von Konkretem und Abstraktem (vgl. z.B. zusammenfassend Lohrmann 2014).

Die vertikale Vernetzung wird beim entdeckenden Lernen um die horizontale Vernetzung ergänzt. Diese zielt darauf, das neu erworbene Wissen mit dem bisherigen Wissen zu verknüpfen, um komplexere Wissensstrukturen aufzubauen. Dabei sollen die Schüler/innen auch Wissen darüber erwerben, wann und wozu das neu erworbene Wissen genutzt werden kann – erst ein solches Wissen ermöglicht den Transfer (Neber u.a. 2018, S. 120). Dabei bezieht sich das ‚Wann‘ auf Anwendungsbedingungen (Wann kann das Wissen verwendet werden?), das ‚Wozu‘ auf Folgen oder mit dem Wissen erreichbare Ziele (Wozu kann das Wissen verwendet werden?).

### 3 Komponenten entdeckenden Lernens

Entdeckendes Lernen, verstanden als *Lernprozess* von Schüler/innen, kann in der Schule durch unterschiedliche Lehrmethoden realisiert werden, wie z.B. im handlungsorientierten, problemorientierten, projektorientierten Lernen oder auch im genetisch-exemplarisch-sokratischen Lehren und Lernen. Dass entdeckendes Lernen keine einzelne Methode des Lehrens ist, zeigt sich auch bei Mayer (2004), der *discovery learning* in verschiedenen Realisierungsformen untersucht. Gemeinsam ist diesen Realisierungsformen, dass der Lernprozess in verschiedene Phasen eingeteilt wird, wobei diese Phasen unterschiedliche Funktionen für den Lernprozess besitzen (vgl. dazu auch die Aussagen in Abschnitt 1, in denen die Modellbasierung als definitorisches Merkmal entdeckenden Lernens benannt wurde). Diese *Phasen* der Wissensgenerierung können z.B. in einem Forschungszyklus abgebildet werden. Ein Beispiel dafür ist die von White und Frederiksen (1998) beschriebene Abfolge von Fragenstellen, Vorhersagen, Durchführen eines Experiments, Modellieren und Anwenden, die nicht nur auf das naturwissenschaftliche Experimentieren, sondern auf vielfältige Momente der Wissensgenerierung angewendet werden kann, wenn man z.B. das ‚Durchführen eines Experiments‘ durch ‚historische Quellenarbeit‘ ersetzt (vgl. dazu z.B. Fenn & Schreiber 2005). Bruner (1981/1961) konnte in verschiedenen Laboruntersuchungen zeigen, dass solche Phasen auch für das Erlernen und Verstehen von Begriffen von Bedeutung sind. Lernende, die eine optimale Strategie anwenden, bilden zunächst Hypothesen über den zu lernenden Begriff (z.B. seine Merkmale), anschließend verarbeiten sie neue (eigenständig recherchierte oder dargebotene) Informationen auf der Grundlage des bestehenden Wissens. Durch die Auseinandersetzung mit dem Material erfolgt eine Differenzierung der vorherigen Wissensstrukturen. Eine solche Begriffsbildung ist ein aktiver, entdeckender Prozess des Lernenden.

Diese Phasen des entdeckenden Lernens lassen sich mit *Funktionen* verbinden, bei denen wissensgenerierende und prozessregulierende Prozesse unterschieden werden. Wissensgenerierende Prozesse sind unmittelbar auf die Konstruktion des Wissens bezogen (z.B. Fragenstellen, Verglei-

chen, erklären), wohingegen prozessregulierende Prozesse auf die Steuerung und Kontrolle beim Wissenserwerb gerichtet sind (z.B. Überprüfung des eigenen Verstehens, selbstständige Suche nach weiteren Beispielen). Entdeckendes Lernen anzuregen beinhaltet folglich, die Lernsituation entlang dieser Phasen zu gestalten und die jeweiligen wissensgenerierenden und prozessregulierenden Prozesse bewusst zu machen. Je nachdem, wie viele der Phasen im Lernprozess entdeckend gestaltet sind, werden unterschiedliche Formen entdeckenden Lernens unterschieden.

## 4 Formen entdeckenden Lernens

In der konkreten Ausgestaltung lassen sich nach Neber und Neuhaus (2018) drei Grundversionen entdeckenden Lernens unterscheiden, die in ihrer Komplexität aufsteigend sortiert sind:

### *Entdeckendes Lernen durch Konfliktinduktion*

Im Mittelpunkt des Unterrichts steht ein – zumeist durch die Lehrkraft ausgelöstes – Problem (bzw. eine Überraschung oder ein Widerspruch), welches bei den Schüler/innen einen kognitiven Konflikt auslösen soll. Konzeptionell weist diese Form entdeckenden Lernens Bezüge zu Piagets Konstrukt der (misslingenden) Assimilation auf sowie zu Theorien von Conceptual Change (vgl. zusammenfassend z.B. Möller 2015). Dieser Lernform liegt die Annahme zugrunde, dass kognitive Konflikte die Unzulänglichkeit des bestehenden (Fehl-)Konzepts verdeutlichen und die epistemische Neugier („Wissen wollen“) fördern, was als motivationale Voraussetzung für den nachfolgenden Wissenserwerb gilt. Als optimal gelten Konflikte mittlerer Stärke, da sie lernförderliche Emotionen auslösen; demgegenüber können schwache Konflikte Langeweile und zu starke Konflikte Angst oder Abwehr auslösen (Frenzel, Götz & Pekrun 2015).

Entdeckendes Lernen durch Konfliktinduktion bezieht sich vorrangig auf den Beginn des Forschungszyklus; der kognitive Konflikt initiiert bei Schüler/innen das Fragenstellen. Der weitere Unterrichtsverlauf kann dann ebenfalls entdeckend (wissensgenerierend) oder auch darbietend (wissensrezipierend) erfolgen. Konfliktinduzierende Lernaufgaben sind im Unterrichtsalltag v.a. beim Einstieg häufig zu beobachten und lassen sich in allen Fächern und Jahrgangsstufen gut realisieren. Im naturwissenschaftlichen Unterricht kann z.B. ein Versuch gewählt werden, der den Erwartungen der Schüler/innen widerspricht (z.B. eine Schere, die vorab magnetisiert wurde und an der daher Büroklammern o. Ä. hängen können). In sozialwissenschaftlichen Fächern können z.B. Texte mit widersprüchlichen Aussagen (beispielweise zur Wahrnehmung aktueller oder historischer politischer Ereignisse) Anlass sein, nach weiteren Informationen zu suchen, um den Sachverhalt zu klären.

### *Entdeckendes Lernen durch Beispiele*

Diese Form entdeckenden Lernens knüpft an die Studien von Bruner (1981/1961) zum Begriffslernen an. Im Unterricht lässt sich dieses Vorgehen realisieren, indem die Lehrkraft im Zuge der Unterrichtsvorbereitung zentrale Eigenschaften eines Begriffes festlegt und sich dann passende Beispiele aus der Lebenswelt der Schüler/innen überlegt. Im Mittelpunkt des Unterrichts steht die Auseinandersetzung mit jenen nacheinander dargebotenen Beispielen; Aufgabe der Schüler/innen ist es, die Beispiele aufeinander zu beziehen, gemeinsame definitorische Merkmale zu identifizieren und sog. negative, nicht passende Beispiele auszuschließen. Das ‚Entdecken‘ wesentlicher Merkmale bildet die Grundlage einer selbstständigen Abstrahierung (z.B. Begriffsdefinition). Beim entdeckenden Lernen durch Beispiele werden wissensgenerierende Prozesse durch die bewusste Auswahl und Sequenzierung von Beispielen (z.B. Begriffen, Texten, Phänomenen, Modellen, Fällen) gelenkt, was mit Blick auf heterogene Lernvoraussetzungen ein adaptives di-

daktisches Handeln ermöglicht: So können nicht nur die Schwierigkeit und die Anzahl der Beispiele variiert werden, sondern auch der Wechsel von der vertikalen (ausgehend von Beispielen abstrahieren) zur horizontalen Vernetzung (weitere eigene Beispiele überlegen).

Im Mittelpunkt dieser Form entdeckenden Lernens steht das Vergleichen. Dieser Idee folgt auch der didaktische Ansatz des Analogien Enkodierens (Gentner, Loewenstein & Thompson 2003), bei dem gleichzeitig mehrere Beispiele miteinander verglichen werden. Durch schlussfolgerndes Denken soll die gemeinsam zugrundeliegende Tiefenstruktur der Beispiele entdeckt werden. Forschungen zeigen, dass durch Analoges Enkodieren bereits Grundschüler/innen beim Erwerb und Transfer von Wissen didaktisch unterstützt werden können (Lohrmann, Groß Ophoff & Hartinger 2018, Schwelle 2016).

Auch das Lernen aus Lösungsbeispielen ist dieser Form entdeckenden Lernens zuzuordnen. Hierbei erhalten die Schüler/innen ein Beispiel mit Zwischenschritten und der Lösung, um zu verstehen, „wann und warum ein Prinzip bzw. eine Lösungsmethode angewandt wird“ (Renkl 2018, S. 440). Lernen aus Lösungsbeispielen eignet sich daher insbesondere für den Erwerb von Fertigkeiten, denen Prinzipien zugrunde liegen (wie z.B. bei mathematischen Sätzen, bei Richtlinien überzeugender Argumentation oder bei Merkmalen guter Lehre). Entsprechend den Fähigkeiten der Schüler/innen wird die Ausarbeitung der Lösungsschritte allmählich reduziert.

#### *Entdeckendes Lernen durch Experimentieren*

Diese Variante stellt die komplexeste Form entdeckenden Lernens dar, denn hier werden Beispiele „nicht einfach zum abstrahierenden Vergleich dargeboten, sondern [ausgehend von einer Frage; eingefügt A. H. und K. L.] zunächst selbst konstruiert und durch weiteres Reflektieren verallgemeinert“ (Neber u.a. 2018, S. 123). Entdeckendes Lernen durch Experimentieren bezieht sich auf den gesamten Forschungszyklus, zielt auf den Erwerb von Forschungskompetenz und wird im naturwissenschaftlichen Unterricht vielfach eingesetzt.

Solchen Experimenten als Form des entdeckenden Lernens liegt dann zumeist ein Algorithmus zugrunde (z.B.: Ich stelle eine Frage/formuliere eine Vermutung. – Ich überlege mir einen Plan zum Bearbeiten der Frage/Vermutung. – Ich führe den Plan aus. – Ich beobachte die Ergebnisse. – Ich beantworte die Frage mit Hilfe der Ergebnisse; vgl. z.B. Hartinger 2017). Entdeckungsprozesse finden sich in allen Phasen von so verstandenen Experimenten. Angesichts der Komplexität des Experimentierens und des hohen Anspruchs dieser Vorgehensweise sind Schüler/innen in Abhängigkeit von ihrer Forschungskompetenz auf Strukturierung und Lenkung seitens der Lehrkraft angewiesen (vgl. National Research Council 2000). Dabei haben sich das *scaffolding* mit Maßnahmen zur Strukturierung und Problematisierung sowie die explizite Reflexion des Vorgehens als bedeutsam erwiesen (Grygier 2008, Hartinger 2017, Khisfe & Abd-El Khalick 2002, vgl. hierzu auch Abschnitt 5).

Diese drei Formen entdeckenden Lernens und deren unterschiedliche Realisierung im Unterricht machen deutlich, dass entdeckende Lernprozesse nicht nur in überwiegend selbstbestimmten Formen des Unterrichts stattfinden können, sondern auch lediglich in einzelnen Phasen des Wissenserwerbs möglich sind.

## **5 Wirksamkeit entdeckenden Lernens**

Seit den 1960er Jahren wurde die Wirksamkeit entdeckenden Lernens in einer Vielzahl von Studien untersucht; Forschungsbemühungen gab es hierzu auch verstärkt in den vergangenen Jahren. Die verschiedenen Befunde sind jedoch nur schwer auf einen gemeinsamen Nenner zu

bringen. Grund dafür ist die Vielfalt dessen, was unter entdeckendem Lernen verstanden wird (vgl. dazu auch Abschnitt 4). Als forschungsmethodisches Problem ergibt sich daraus, dass entdeckendes Lernen in den jeweiligen Studien in verschiedenen Lernformen realisiert wurde (vgl. Mayer 2004). Das macht es schwierig, die Ergebnisse der Studien zu vergleichen. Als relativ gesichert können jedoch folgende Ergebnisse gelten:

#### *Positive Effekte durch instruktionale Unterstützung*

Die grundsätzliche Frage, ob entdeckendes Lernen im Vergleich zu gelenktem Lernen erfolgreicher ist (vgl. dazu z.B. Ausubel u.a. 1981), hat sich inzwischen zur differenzierten Frage entwickelt, wie verschiedene Ausprägungen entdeckenden Lernens auf Wissenserwerb und -transfer wirken.

Es gibt zwar einige Studien, in denen sich – im Sinne der erstgenannten Forschungsfrage – positive Effekte auf mittelfristige Behaltensleistungen durch entdeckendes Lernen (vs. gelenktem Unterricht) zeigen (Dean & Kuhn 2007), allerdings werden diese Befunde u. a. damit erklärt, dass es Kindern nach einigen Monaten leichter fällt, sich an die jeweiligen Lernsituationen (z.B. Experimente) zu erinnern als an ‚gewöhnlichen‘ Unterricht.

Robuster als solche allgemeinen Effekte ist der Befund, dass im Vergleich zum selbstständigen entdeckenden Lernen Formen *gelenkt entdeckenden Lernens (guided discovery)* bzgl. Wissenserwerb und -transfer erfolgreicher sind (vgl. Lazonder & Harmsen 2016, Loibl & Rummel 2014, Mayer 2004). Empirische Untersuchungen zeigen, dass bei ungelenktem entdeckenden Lernen Fehlkonzepte entstehen können, weil die Schüler/innen nicht wissen, was sie entdecken sollen (vgl. zusammenfassend Brown & Campione 1994, S. 230). Die durch den ‚Akt der Entdeckung‘ angestrebten Lern- und Behaltensleistungen der Kinder müssen in Abhängigkeit von den jeweiligen Lernvoraussetzungen unterstützt werden (vgl. dazu auch die Überlegungen zum „*scaffolding*“; van de Pol, Volman & Beishuizen 2010 bzw. zur „kognitiven Aktivierung“; Einsiedler & Hardy 2010). Solche Lernhilfen können sich auf wissensgenerierende Prozesse beziehen, die das Entdecken einer Erkenntnis (z.B. einer Regelmäßigkeit) eher provozieren als andere. Beispiele hierfür sind die Strukturierung des Lernmaterials (Auswahl von Phänomenen, Texten, Beispielen, Materialien, Situationen) und die Gesprächsführung im Unterricht (Impulse, welche die Aufmerksamkeit der Lernenden auf bestimmte Aspekte lenken). Lernhilfen können sich auch auf prozessregulierende Prozesse beziehen, wie z.B. die Klärung des konkreten Vorgehens bei der Auseinandersetzung mit Beispielen.

#### *Differenzielle Effekte*

Die individuellen Lernvoraussetzungen der Schüler/innen beeinflussen die Wirksamkeit entdeckenden Lernens entscheidend. Auch wenn die Befundlage nicht ganz eindeutig ist (vgl. Roll u.a. 2018), so benötigen im Normalfall Kinder mit ungünstigen Lernvoraussetzungen (z.B. im Hinblick auf Vorwissen, allgemeine kognitive Grundfähigkeiten, Selbstkonzept) ein höheres Maß an Unterstützung und Lenkung seitens der Lehrkraft (vgl. z.B. Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann & Blumberg 2006). Dieses Ergebnis darf keinesfalls dahingehend interpretiert werden, dass man bei Kindern mit ungünstigen Lernvoraussetzungen auf Lehrmethoden verzichtet, die entdeckende Lernprozesse ermöglichen (zur Wirksamkeit entdeckenden Lernens bei Kindern mit Lernbeeinträchtigungen vgl. zusammenfassend Werning & Lütje-Klose 2007). Vielmehr sollte man den Rahmen hierfür gezielt strukturieren, damit sich die Kinder in der Komplexität einer Aufgabenstellung nicht verlieren. Die Unterstützung sollte adaptiv gestaltet und mit steigenden Voraussetzungen zurückgefahren werden. Ermutigend ist hierzu auch das nächste Ergebnis:

### Fehlende Lernvoraussetzungen lassen sich trainieren

Formen entdeckenden Lernens benötigen spezielle Fähigkeiten, z.B. zum systematischen Vergleichen und Erkennen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden, zum Erkennen und Lösen von Problemen, zum Bilden von Hypothesen sowie zum Abstrahieren von Ergebnissen. Durch gezielte Unterstützung können diese Fähigkeiten verbessert werden (z.B. Koerber, Sodian, Thoermer & Grygier 2008). Damit ist entdeckendes Lernen eine Lehr-Lernform, von der bei adaptiver Unterstützung alle Schüler/innen profitieren können.

### Literatur

- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1981). Psychologische und pädagogische Grenzen des entdeckenden Lernens. In H. Neber (Hrsg.), *Entdeckendes Lernen* (S. 30-44). Weinheim: Beltz. – Brown, L. A. & Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Hrsg.), *Classroom lessons. Integrating cognitive theory and classroom practice* (S. 229-270). Cambridge: The MIT Press. – Bruner, J. S. (1981/1961). Der Akt der Entdeckung. In H. Neber (Hrsg.), *Entdeckendes Lernen* (S. 15-29). Weinheim: Beltz. – Dean, D. & Kuhn, D. (2007). Direct instruction vs. discovery: The long view. *Science Education*, 91(3), 384-397. – Einsiedler, W. & Hardy, I. (2010). Kognitive Strukturierung im Unterricht. Einführung und Begriffsklärungen. *Unterrichtswissenschaft*, 38(3), 194-209. – Fenn, M. & Schreiber, W. (2005). Spuren der Vergangenheit erkennen – mit Geschichte umgehen lernen. Methodenkompetenz von Grundschülerinnen und -schülern entwickeln und fördern. *Sache Wort Zahl*, 33(69), 4-6. – Frenzel, A. C., Götz, T. & Pekrun, R. (2015). Emotionen. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 201-224). Heidelberg: Springer. – Gentner, D., Loewenstein, J. & Thompson L. (2003). Learning and transfer: A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 393-408. – Grygier, P. (2008). *Wissenschaftsverständnis von Grundschülern im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. – Hartinger, A. (2017). Experimente und Versuche. In D. von Reeken (Hrsg.), *Handbuch Methoden im Sachunterricht* (S. 73-80). Baltmannsweiler: Schneider. – Khisfe, R. & Abd-El Khalick, F. (2002). Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Orientated Instruction – On Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 551-578. – Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C. & Grygier, P. (2008). Wissen über Wissenschaft als Teil der frühen naturwissenschaftlichen Bildung. In H. Giest, A. Hartinger & J. Kahlert (Hrsg.), *Kompetenzniveaus im Sachunterricht* (S. 135-153). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. – Lazonder, A. W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718. – Loibl, K. & Rummel, N. (2014). The impact of guidance during problem-solving prior to instruction on students' inventions and learning outcomes. *Instructional Science*, 42(3), 305-326. – Lohrmann, K. (2014). Kontextualisierung und Dekontextualisierung im Unterricht der Grundschule. In W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzel, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik* (S. 414-418). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. – Lohrmann, K., Groß Ophoff, J. & Hartinger, A. (2018). Analogen Enkodieren und die Fähigkeit zum Transfer im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 11(2), 365-381. <https://doi.org/10.1007/s42278-018-0018-0>. – Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1), 14-19. – Möller, K. (2015). Genetisches Lernen und Conceptual Change. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 243-249). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. – Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T. & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe – Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua* (S. 161-193). Münster: Waxmann. – National Research Council (Ed.) (2000). *Inquiry and the national science education standards. A guide for teaching and learning*. Washington: National Academies Press. – Neber, H. & Neuhaus, B. (2018). Entdeckendes Lernen. In D. H. Rost, J. R. Sparfeldt & S. R. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 119-127). Weinheim: Beltz. – Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 613-658). Weinheim: Beltz. – Renkl, A. (2018). Lernen durch Beispiele. In D. H. Rost, J. R. Sparfeldt & S. R. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 439-444). Weinheim: Beltz. – Roll, I., Butler, D., Yee, N., Welsh, A., Perez, S., Briseno, A., Perkins, K. & Bonn, D. (2018). Understanding the Impact of Guiding Inquiry: The Relationship between Directive Support, Student Attributes, and Transfer of Knowledge, Attitudes, and Behaviours in Inquiry Learning. *Instructional Science: An International Journal of the Learning*, 46(1), 77-104. – Schwelle, V. (2016). *Lernen mit (un-)ähnlichen Beispielen. Zur Bedeutung der Oberflächenstruktur von Beispielen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. Münster: Waxmann. – Stanat, P. & Artelt, C. (2009). Schulleistungsuntersuchungen. In S. Blömeke, T. Bohl, L. Haag, G. Lang-Wojtasik & W. Sacher (Hrsg.), *Handbuch Schule*.

Theorie – Organisation – Entwicklung (S. 119-125). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. – van de Pol, J., Volman, M. & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271-297. – Werning, R. & Lütje-Klose, B. (2007). Entdeckendes Lernen. In U. Heimlich & F. B. Wember (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. Ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 149-162). Stuttgart: Kohlhammer. – White, B. Y. & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3-118. – Wittrock, M. C., (1966). The learning by discovery hypothesis. In L. S. Shulman & E. R. Keislar (Hrsg.): *Learning by discovery. A critical appraisal* (S. 33-75). Chicago: Rand McNally.